

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : **07-204984**

(43)Date of publication of application : **08.08.1995**

(51)Int.Cl.

B23Q 11/14

G05D 23/00

G05D 23/19

H01L 21/027

H01L 21/68

(21)Application number : **06-194209**

(71)Applicant : **FSI INTERNATL INC**

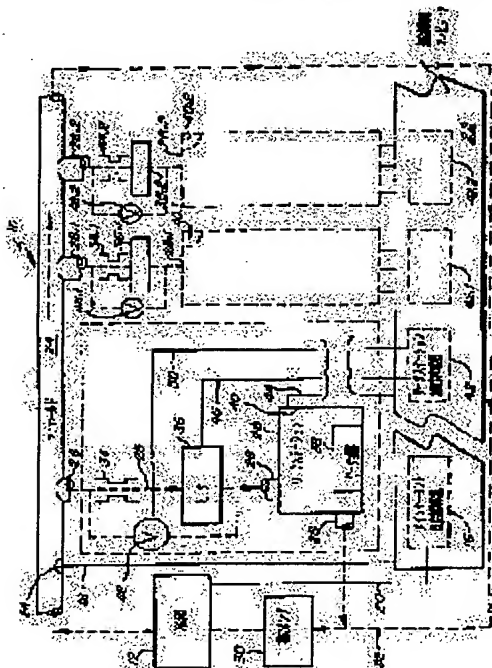
(22)Date of filing : **18.08.1994**

(72)Inventor : **SLOAN BEN J
REED WILLIAM G**

(30)Priority

Priority number : **94 184681** Priority date : **21.01.1994** Priority country : **US**

(54) TEMPERATURE CONTROL APPARATUS WITH RECIRCULATED COOLANT AND TEMPERATURE CONTROL METHOD FOR IT



(57)Abstract:

PURPOSE: To provide a temperature control apparatus and its control method for a work station and a work medium at the work station allowing temperature control with a rapid transient response with the minimum flow. **CONSTITUTION:** This temperature control apparatus 10 is provided with a cooler 12, a coolant temperature sensor 14, a coolant temperature control device 16, a supply source of a liquid coolant, a circulating pump 30, a flow line to circulate a coolant to a work station 28, a bypass valve 48, a work station temperature sensor 40 and a work station temperature control device 42. The flow line 26 has a flow regulator 34 and a heater 36. The bypass valve 28 bypasses the flow regulator 34 and the heater 36. The work station temperature control device 42 controls the operation of the heater 36 and the bypass valve

48 so that the temperature of the coolant becomes below the desired temperature for the work station 28, thus realizing a rapid transient response while avoiding overcooling.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]	06.12.1995
[Date of sending the examiner's decision of rejection]	30.03.1999
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]	
[Date of final disposal for application]	
[Patent number]	3188363
[Date of registration]	11.05.2001
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]	11-010459
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]	28.06.1999
[Date of extinction of right]	11.05.2005

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-204984

(43) 公開日 平成7年(1995)8月8日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

B 2 3 Q 11/14

G 0 5 D 23/00

23/19

A 7740-3H

H 7740-3H

B 7740-3H

7352-4M

H 0 1 L 21/30

5 6 9 D

審査請求 未請求 請求項の数26 O L (全 9 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平6-194209

(22) 出願日 平成6年(1994)8月18日

(31) 優先権主張番号 1 8 4 6 8 1

(32) 優先日 1994年1月21日

(33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 594140133

エフエスアイ・インターナショナル・イン
コーポレーテッド

FSI International, I
nc.

アメリカ合衆国 55318 ミネソタ, チャ
スカ, レーク・ヘーゼルタイン・ドライブ
322

(72) 発明者 ベン・ジェイ・スローン

アメリカ合衆国 75044 テキサス, ガー
ランド, ウインドミル・レーン 7617

(74) 代理人 弁理士 岡田 英彦 (外3名)

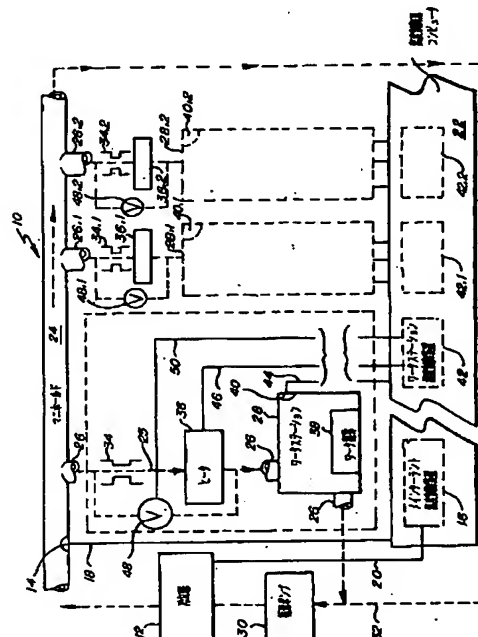
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 循環クーラントを用いた温度コントローラ及びそのための温度制御方法

(57) 【要約】

【目的】 急速な過渡応答を有する温度制御を最小限の流量で行うことができる、ワークステーションとワークステーションにおけるワーク媒体の温度のコントローラとその制御方法の提供。

【構成】 コントローラ10は冷却器12と、クーラント温度のセンサ14及び制御装置16と、流体クーラントの供給源と、循環ポンプ30と、クーラントをワークステーション28まで循環するための流路26と、バイパスバルブと48、ワークステーション温度のセンサ40及び制御装置42とを有する。流路26はフローレギュレータ34とヒータ36とを有する。バイパスバルブ48はフローレギュレータ34とヒータ36を迂回する。ワークステーション温度制御装置42はヒータ36とバイパスバルブ48の動作を制御して、クーラントの温度をワークステーション28に対して望む温度よりも低くし、過冷却を避けつつ急速な過渡応答を実現する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 ワークステーションと、該ワークステーションにおけるワーク媒体の温度を所定の温度に調節するための、循環クーラントを用いた温度コントローラであって、
前記ワークステーションの温度を検出するワークステーション温度検出装置と、
流体クーラントの供給源及びクーラントを前記所定の温度以下の温度に維持するための装置と、
前記クーラントを前記供給源から前記ワークステーションへまたその中へ供給する流路を有して、前記ワークステーションとその中の前記ワーク媒体の温度を調節するクーラント循環装置と、
前記流路の中に設けられていて、前記ワークステーションへ供給される前記クーラントをほぼ前記所定の温度まで加熱して前記ワークステーションと前記ワーク媒体を前記所定の温度に維持する前記クーラントのためのヒータと、
前記ヒータの加熱を調節する制御装置であって、前記ワークステーションの温度と前記所定の温度との間に大きな差があるときには前記ヒータによる加熱を減らし、前記温度の差が小さくなるにつれて、また前記ワークステーションの温度が前記所定の温度にほぼ近づくにつれて、前記ヒータによる加熱を大きくする加熱制御装置と、
からなる温度コントローラ。

【請求項2】 前記流路の中の前記クーラントの流れを調節するための調節装置を有している請求項1記載の温度コントローラ。

【請求項3】 前記調節装置と前記ヒータとを迂回するためのバイパス装置が設けられ、前記加熱制御装置がこのバイパス装置を制御するようになっている請求項2記載の温度コントローラ。

【請求項4】 前記加熱制御装置が温度制御用コンピュータであり、このコンピュータのプログラムにより前記ヒータ及び前記バイパス装置が制御される請求項3記載の温度コントローラ。

【請求項5】 当該温度コントローラが複数のワークステーションとその中のワーク媒体の温度を制御するようになっている請求項1記載の温度コントローラ。

【請求項6】 ワークステーションと、該ワークステーションにおけるワーク媒体の温度を所定の温度に調節するための、循環クーラントを用いた温度コントローラであって、
ワークステーションと、
前記ワークステーションの温度を検出するワークステーション温度検出装置と、
流体クーラントの供給源及びクーラントを前記所定の温度以下の温度に維持するための装置と、
前記クーラントを前記供給源から前記ワークステーションへまたその中へ供給する流路を有して、前記ワークステーションとその中の前記ワーク媒体の温度を調節するクーラント循環装置と、
前記流路の中に設けられていて、前記ワークステーションへ供給される前記クーラントをほぼ前記所定の温度まで加熱して前記ワークステーションと前記ワーク媒体を前記所定の温度に維持する前記クーラントのためのヒータと、
前記ヒータの加熱を調節する制御装置であって、前記ワークステーションの温度と前記所定の温度との間に大きな差があるときには前記ヒータによる加熱を減らし、前記温度の差が小さくなるにつれて、また前記ワークステーションの温度が前記所定の温度にほぼ近づくにつれて、前記ヒータによる加熱を大きくする加熱制御装置と、
からなる温度コントローラ。

ンへまたその中へ供給する流路を有して、前記ワークステーションとその中の前記ワーク媒体を冷却するクーラント循環装置と、

前記流路の中に設けられていて、前記ワークステーションへ供給される前記クーラントをほぼ前記所定の温度まで加熱して前記ワークステーションと前記ワーク媒体を前記所定の温度に維持する前記クーラントのためのヒータと、

前記ヒータの加熱を調節する制御装置であって、前記ワークステーションの温度と前記所定の温度との間に大きな差があるときには前記ヒータによる加熱を減らし、前記温度の差が小さくなるにつれて、またワークステーションの温度が前記所定の温度にほぼ近づくにつれて、前記ヒータによる加熱を大きくする加熱制御装置と、
からなる温度コントローラ。

【請求項7】 前記流路の中の前記クーラントの流れを調節するための調節装置が設けられている請求項6記載の温度コントローラ。

【請求項8】 前記調節装置と前記ヒータとを迂回するためのバイパス装置が設けられ、前記加熱制御装置がこのバイパス装置を制御するようになっている請求項7記載の温度コントローラ。

【請求項9】 前記加熱制御装置が温度制御用コンピュータであり、このコンピュータのプログラムにより前記ヒータ及び前記バイパス装置が制御される請求項8記載の温度コントローラ。

【請求項10】 前記ワークステーションが冷却用プレートとを有し、この冷却用プレートが温度を調節されるべきウェハを支持している請求項6記載の温度コントローラ。

【請求項11】 前記ワークステーションが円筒形状のカラーを有し、このカラーが冷却の行われるシャフトを取り囲んでおり、前記シャフトが一端において電気モータへ連結され、前記電気モータから離れた側の端部にチャックを有し、このチャックがその温度を調節されるべきウェハを支持している請求項6記載の温度コントローラ。

【請求項12】 前記ワークステーションが液体-液体間の熱交換器を有し、この熱交換器が該熱交換器の中を流れる流体の温度を調節するようになっている請求項6記載の温度コントローラ。

【請求項13】 前記ワークステーションが上側コンパートメントと、下側コンパートメントと、前記上側コンパートメントを前記下側コンパートメントから分離する冷却用プレートとを備えたモジュールを有し、このモジュールが前記上側コンパートメントと下側コンパートメントの中の材料の温度を調節する請求項6記載の温度コントローラ。

【請求項14】 当該温度コントローラが複数のワークステーションとその中のワーク媒体の温度を制御するよ

うになっている請求項6記載の温度コントローラ。

【請求項15】 ワークステーションと、該ワークステーションにおけるワーク媒体の温度を所定の温度に調節するための、循環クーラントを用いた温度コントローラであって、

流体クーラントの供給源と、

前記流体クーラントの温度を検出し、前記所定の温度よりも低い温度に維持するための冷却装置、メインクーラント温度センサ、及びメインクーラント温度制御装置と、

前記流体クーラントの供給源から前記流体クーラントを受容し、該流体クーラントを前記ワークステーションへ供給して、前記ワークステーションと其中的ワーク媒体を冷却するための、流路、戻り路及び循環ポンプと、前記ワークステーションの温度を検出して前記ワークステーションの温度を調節するための、ワークステーション温度センサ及びワークステーション温度制御装置と、前記流路の中に設けられて前記ワークステーション温度制御装置に应答し、前記ワークステーションへ供給される前記クーラントを前記所定の温度にほぼ等しい温度まで加熱することによって、前記ワークステーションと前記ワーク媒体を前記所定の温度に維持するためのクーラントヒータとを有し、

前記ワークステーション温度制御装置は、前記ワークステーションの温度と前記所定の温度との間に大きな差があるときには前記ヒータによる加熱を減らし、前記温度の差が小さくなるにつれて、またワークステーションの温度が前記所定の温度にほぼ近づくにつれて、前記ヒータによる加熱を大きくするものであり、

さらに、前記流路の中を流れる前記クーラントの流量を所望の値に維持するためのフローレギュレータと、前記ヒータと前記フローレギュレータの両方を迂回することによってワークステーションへ大きな流量の加熱されていないクーラントを流すバイパスバルブであって、前記ワークステーション温度制御装置に应答するバイパスバルブ、

とを有する温度コントローラ。

【請求項16】 前記メインクーラント温度制御装置と前記ワークステーション温度制御装置とが、温度制御用コンピュータにより構成されている請求項15記載の温度コントローラ。

【請求項17】 当該温度コントローラが複数のワークステーションと其中的ワーク媒体の温度を制御するようになっている請求項15記載の温度コントローラ。

【請求項18】 ワークステーションと、該ワークステーションにおけるワーク媒体の温度を所定の温度に調節するための、循環クーラントを用いた温度コントローラであって、

ワークステーションと、

流体クーラントの供給源と、

前記流体クーラントの温度を検出し、所定の温度よりも低い温度に維持するための冷却装置、メインクーラント温度センサ及びメインクーラント温度制御装置と、

前記流体クーラントの供給源から前記流体クーラントを受容し、前記流体クーラントを前記ワークステーションへ供給して、該ワークステーションと其中的前記ワーク媒体を冷却するための、流路、戻り路及び循環ポンプと、

前記ワークステーションの温度を検出して該ワークステーションの温度を調節するためのワークステーション温度センサ及びワークステーション温度制御装置と、

前記流路の中に設けられて前記ワークステーション温度制御装置に应答し、前記ワークステーションへ供給される前記クーラントを前記所定の温度にほぼ等しい温度まで加熱することによって、前記ワークステーションと前記ワーク媒体を前記所定の温度に維持するためのクーラントヒータとを有し、

前記ワークステーション温度制御装置は、前記ワークステーションの温度と前記所定の温度との間に大きな差があるときには前記ヒータによる加熱を減らし、前記温度の差が小さくなるにつれて、また前記ワークステーションの温度が前記所定の温度にほぼ近づくにつれて、前記ヒータによる加熱を大きくするものであり、

さらに、前記流路の中を流れる前記クーラントの流量を所望の値に維持するためのフローレギュレータと、前記ヒータと前記フローレギュレータの両方を迂回することによってワークステーションへ大きな流量の加熱されていないクーラントを流すバイパスバルブであって、前記ワークステーション温度制御装置に应答するバイパスバルブ、

とを有する温度コントローラ。

【請求項19】 前記ワークステーションが冷却用プレートとを有し、この冷却用プレートがその温度を調節されるべきウェハーを支持する請求項18記載の温度コントローラ。

【請求項20】 前記ワークステーションが円筒形状のカラーを有し、このカラーが冷却の行われるシャフトを取り囲んでおり、前記シャフトが一端において電気モータへ連結され、前記電気モータから離れた方の端部にチャックを有し、このチャックがその温度を調節されるべきウェハーを支持する請求項18記載の温度コントローラ。

【請求項21】 前記ワークステーションが液体-液体間の熱交換器を有し、この熱交換器が該熱交換器の中を流れる流体の温度を調節するようになっている請求項18記載の温度コントローラ。

【請求項22】 前記ワークステーションが上側コンパートメントと、下側コンパートメントと、前記上側コンパートメントを前記下側コンパートメントから分離する冷却用プレートとを備えたモジュールを有し、このモジ

ユーラが前記上側コンパートメントと下側コンパートメントの中の材料の温度を調節する請求項18記載の温度コントローラ。

【請求項23】 前記メインクーラント温度制御装置と前記ワークステーション温度制御装置とが温度制御用コンピュータにより構成されている請求項18記載の温度コントローラ。

【請求項24】 当該温度制御装置が複数のワークステーションとその中のワーク媒体の温度を制御するようになっている請求項18記載の温度コントローラ。

【請求項25】 ワークステーションと該ワークステーションにおけるワーク媒体を所定の温度まで精密に冷却するための、循環クーラントを用いた温度制御方法であって、

前記所定の温度よりも低い温度の流体クーラントを用いて、前記ワークステーションの温度が前記所定の温度に近づくまで、前記ワークステーションの温度を急速に下げる段階と、

前記所定の温度が得られるまで、前記ワークステーションへ流れる前記クーラントを加熱することによって冷却の速度を下げる段階と、を有する温度制御方法。

【請求項26】 複数の前記ワークステーションの温度が制御される請求項25記載の温度制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は、温度コントローラ及びそのための温度制御方法に関し、詳しくは循環されるクーラントを用いて、ワークステーション(workstation)をワーク媒体(work medium)あるいはワークピースとともに設定温度まで急速に冷却するための温度コントローラ及びそのための温度制御方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 半導体ウェハに対するフォトリソ処理などの分野においては、薬品やシリコンウェハを非常に精密に温度制御する必要がある。こうした精密な温度制御を行うためには、循環クーラントを用いた温度制御が行われる。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 上述したタイプの温度制御の大部分においては、室温か、あるいは室温近辺の温度に対しては水などの循環クーラントが使用される。こうした温度制御では、急速な過渡応答を実現するために大きな流量が必要とされる場合が多い。なぜなら、クーラントは、制御の対象となっている材料で実現しようとする温度に設定されており、設定点付近での熱伝達是非常に遅いからである。また、大部分の温度制御においては、様々な温度状態にある複数のワークステーションを温度制御するためには、複数のサーキュレータが必要になる。

【0004】

【課題を解決するための手段】 この発明の目的は、急速な過渡応答を有する温度制御を、最小限の流量によって実現することである。この発明の別の目的は、多数のワークステーションの温度制御を行うのに、たった一つのサーキュレータしか使用しない温度制御を実現することである。

【0005】 この発明の特徴は、ワークステーションと、その中に存在する固体あるいは流体のワーク媒体を、予め設定した温度までワークステーションにおいて急速に冷却することのできる装置であるということである。すなわち、急速な過渡応答、すなわち、ワークステーションを初期の温度から所望の温度のすぐ近くまで冷却するために必要な時間が短い装置であるということである。こうした急速な冷却は、ワークステーションの中に、所定の温度よりも低い温度のクーラントを導入し、ワークステーション内の温度が所定の所望の温度に近づいたら流路内のクーラントを加熱する方法によって実現される。

【0006】 この発明の別の特徴は、ワークステーションの温度を調節することによって、ワークステーションの温度を周囲温度よりも低い温度や、周囲温度に、あるいは周囲温度よりも高い温度に設定できるようになっている装置であるということである。

【0007】 この発明の別の特徴は、たった一つのサーキュレータで複数のワークステーションへクーラントを循環できる装置であるということである。一つのサーキュレータで複数のワークステーションを制御するために、信頼性が高くなり、また複数のサーキュレータを用いた場合にはコストが低減される。

【0008】 この発明の別の特徴は、複数のワークステーションの温度を調節するための装置であるということである。従って、各ワークステーションを、周囲温度よりも低い温度や、周囲温度に、あるいは周囲温度よりも高い温度に個別に設定することができる。

【0009】 この発明のさらに別の特徴は、複数のワークステーションに対して温度制御を行う方法を提供していることである。この方法では、加熱されていないクーラントをワークステーションへ時的に流すことによって急速な過渡応答が得られるようになっている。サーキュレータは一つしか使用されていない。また、クーラントの温度はワークステーションの温度よりも若干低い温度になっており、このクーラントは各ワークステーションにおいて精密な加熱が行われる。

【0010】

【実施例】 以下、添付図面に基づいてこの発明の実施例を説明する。この発明の実施例のコントローラが図1に参照番号10で示されている。このコントローラ10は、まず流体クーラントの供給源と、室温または室温付近の所定の温度よりも低い温度に流体クーラントを維持するための手段を有する。この発明では、流体クーラン

トの温度は ± 0.5 ℃の公差内に維持される。

【0011】流体クーラントを所定の温度以下に維持するための手段は、冷却器 (cooling vehicle) と、関連の制御装置を有する。熱交換器などの冷却器 12 は、ワークステーションとワーク媒体またはワークピースとに対して望む温度よりも低い温度にまで流体クーラントを冷却する。流体クーラントの温度はメインクーラント温度センサ 14 によって検出される。流体クーラントの温度を検出したら、メインクーラント温度センサ 14 は、ワイヤか、または他の伝達媒体からなるセンサリード線 18 を介して、メインクーラント温度制御装置 16 へこの温度を伝える。メインクーラント温度制御装置 16 が、オペレータが与える設定温度情報に従って、制御装置リード線 20 を介して冷却器 12 へ信号を送る。制御装置リード線 20 はワイヤか、または他の伝達媒体からなっている。こうして、流体クーラントから十分な量の熱を取り去って、流体クーラントの温度を所望の温度にし、この温度を維持する。流体クーラントの温度はワークステーションとワーク媒体またはワークピースとに対して望む温度よりも低くなっている。メインクーラント温度制御装置 16 はプログラミングされた温度制御用コンピュータ 22 の中に設けられていてもよい。

【0012】冷却器 12 からのクーラントは、パイプまたはマニホールド 24 などの流体クーラント供給源へ入る。本発明のこの実施例においては、上述したメインクーラント温度センサ 14 はマニホールド 24 の中に設けられているか、またはマニホールド 24 の外部に取り付けられており、マニホールド 24 における流体クーラントの温度の検出を行う。

【0013】冷却器 12 及びマニホールド 24 からのクーラントはクーラント循環装置によってワークステーション 28 まで運ばれ、そしてワークステーション 28 の中を循環される。クーラント循環装置は流路 26 と、戻り流路 32 と、循環ポンプ 30 を有する。

【0014】マニホールド 24 からの流体クーラント 25 は流路 26 へ流入する。流路 26 はフローレギュレータ 34 を有することが好ましい。フローレギュレータ 34 は流路 26 の中を流れる液体クーラントに対して所望の流量を維持する。特定の実施例において、こうしたフローレギュレータ 34 は固定のオリフィスである。流路 26 には電気抵抗ヒータのようなヒータ 36 も設けられている。ヒータ 36 はワークステーション 28 へ流れる流体クーラントの温度を調節する。ヒータ 36 はまた、必要がある場合には、絶えず流れているクーラント流体へ連続的に熱を加える。

【0015】流体クーラントは流路 26 からワークステーション 28 の中に入り、ワークステーション 28 の中を流れ、ワークステーション 28 から流出したあと、流路 26 の中へ入る。そのあと、クーラントは戻り流路 32 を介して循環ポンプ 30 及び冷却器 12 へ戻る。クー

ラントは、マニホールド 24 からも戻り流路 32 を介して循環ポンプ 30 及び冷却器 12 へ直接に戻る。

【0016】流体クーラントがワークステーション 28 を通過するとき、流体クーラントは熱伝達により、ワークステーション 28 の温度を流体クーラントの温度にまで調節する。通常、流路 26 内のクーラントはワークステーション 28 よりも温度が低い、この流路 26 内のクーラントはワークステーション 28 よりも温度が高くてもよい。ワークステーション 28 は、その温度を制御しようとしているワーク媒体またはワークピース 38 と非常に密接に関係している。従って、ワーク媒体またはワークピースの温度はワークステーションの温度と大体同じである。

【0017】ワークステーション 28 はワークステーション温度センサ 40 と協働する。すなわち、ワークステーション温度センサ 40 はワークステーション 28 の温度の検出を行う。ワークステーション 28 の温度を検出すると、ワークステーション温度センサ 40 は制御装置であるところのワークステーション温度制御装置 42 へセンサリード線 44 を介してこの温度を伝える。センサリード線 44 は、ワイヤか、または他の伝達媒体からなっている。ワークステーション 28 において維持しようとする設定温度は、オペレータによってワークステーション温度制御装置 42 へ与えられる。ワークステーション温度制御装置 42 をプログラミングされた温度制御用コンピュータの中に設け、ワークステーションの温度を調節するとき大きなフレキシビリティと精密さが得られるようにしてもよい。ワークステーション温度制御装置 42 は、ワークステーション温度センサ 40 からの温度表示と、所望する温度との比較を行い、ワークステーションの温度を所望の温度に調節するための適切な処置を行う。

【0018】ワークステーションの温度を所望の温度に調節するために、ワークステーション温度制御装置 42 は制御リード線 46 を介してヒータ 36 へ信号を送って熱の増減を行う。制御リード線 46 はワイヤか、または他の伝達媒体からなっている。ヒータ 36 は、クーラントの供給源全体ではなくて、ワークステーション 28 への流路 26 の中を流れているクーラント部分のみを加熱する。これによって、ワークステーションの温度を精密かつ迅速に制御することができる。

【0019】フローレギュレータ 34 とヒータ 36 の両方を迂回するために、流路にはバイパスバルブ 48 などの装置も設けられている。バイパスバルブ 48 が開いていると、加熱されていないクーラントがワークステーション 28 へ大きな流量で供給され、ワークステーション 28 が急速に冷却される。バイパスバルブ 48 は、制御リード線 50 を介してワークステーション温度制御装置 42 によって制御される。制御リード線 50 はワイヤか、または他の伝達媒体からなっている。

【0020】当業者にはわかるであろうが、バイパスバルブ48とヒータ36の動作シーケンスは、必要とする過渡応答の速さや、ワークステーション42の温度と所望する温度との間の初期温度差に依存する。一つの極端な場合、例えば5℃などの大きな初期温度差のある場合には、ワークステーション温度制御装置42は最初はバイパスバルブ48を開かせる。もう一つの極端な場合である例えば0.5℃あるいは1.0℃という小さな初期温度差では、ワークステーション温度制御装置42はバイパスバルブ48を閉じた状態に保持する。ワークステーション温度制御装置42は温度制御用コンピュータの中に設けられているため、非常にたくさんの動作シーケンスをコンピュータの中にプログラミングすることができ、特定の状況に対してそれに適したシーケンスが選択される。

【0021】例えば、図6はワークステーションの温度と時間の関係を示すグラフである。ワークステーションは、例えば22℃という初期温度T1から、おそらく20℃という所望の温度T2まで冷却される。所望の温度T2は、例えば19℃である流体温度T3よりもいくらか高くなっている。この例においては、ワークステーション温度制御装置42はまずバイパスバルブ48を閉じ、ヒータ36をオフにする。ワークステーションの温度が所定の温度T4まで低下したとき、オペレータが設定したように、ワークステーション温度制御装置42はヒータ36へ信号を送って、流路26へ熱を供給し始める。そうするとグラフのラインL1によって示されているように、ワークステーション28の温度はワークステーション28の温度がポイントP1で表されている所望の温度T2に達するまで、先ほどよりはゆっくりとした速度で低下する。ワークステーション温度制御装置42は次にヒータ36を精密に調節して、ワークステーション28の温度を所望の温度T2に維持する。

【0022】図7は第2実施例を示している。ここではワークステーションはおそらく25℃などの、もっと高い温度T1からスタートしている。ワークステーション温度制御装置42はバイパスバルブ48を開いて、グラフのラインL1によって示されているようにワークステーション28の急速な冷却を行う。ワークステーションの温度が、例えば19℃という流体クーラントの温度よりもいくらか高いおそらく20℃という所望の温度T2に近づくと、ワークステーション温度制御装置42はバイパスバルブ48を閉じて、加熱されていない大きな流量のクーラントの流れを遮断する。ワークステーション温度制御装置42は次にヒータ36を精密に調節して、ワークステーション28の温度を温度T2に維持する。

【0023】この発明では、複数のワークステーション28、28.1、28.2を、流路26、26.1、26.2と、ヒータ36、36.1、36.2と、フローレギュレータ34、34.1、34.2と、バイパスバ

ルブ48、48.1、48.2と、ワークステーション温度センサ40、40.1、40.2と、ワークステーション温度制御装置42、42.1、42.2を用いて調節することができる。一つの温度制御装置による制御を行っていることから、ワークステーションが多数の場合にはコストの節約につながる。それと同時に、ワークステーションの温度と流れに対する制御を反復することによって、所望により、各ワークステーションをそれぞれ独立に設定された温度に独立に制御することが可能となる。

【0024】ワークステーションの第1の実施例が図2に示されている。この実施例ではワークステーション28は冷却用プレート29を有する。流体クーラントは流路26からこの冷却用プレート29の中を循環される。冷却用プレート29は上側表面29.1を有する。上側表面29.1の上にはワークピース38が載っている。この実施例においては、ワークピース38は半導体ウェハであり、この半導体ウェハの温度が制御されることになる。

【0025】ワークステーションの第2の実施例が図3に示されている。この実施例では、ワークステーション28は円筒状のカラーを有する。カラーの内部には円柱状の通路29.2が設けられている。通路29.2の中をワーク媒体38.1が延びている。この実施例においては、ワーク媒体38.1は電気モータ52のシャフト39である。流体クーラントは流路26から、ワークステーション28へ流入したり、ワークステーション28から流出したりする。こうしてワークステーション28はシャフト39の温度を調節し、電気モータ52からの熱がワークピース54へ伝わるのを防いでいる。ワークピース54はウェハであり、シャフト39の端部上の回転するチャック56に支持されている。

【0026】ワークステーションの第3の実施例が図4に示されている。この実施例では、ワークステーション28は液体-液体間の熱交換器からなる。この熱交換器は内部にパイプ29.3を有しており、このパイプ29.3の中を、冷却される液体のワーク媒体38.2が流れている。流体クーラントは流路26から循環して、ワークステーション28の中に流入したり、ワークステーション28から流出したりし、液体のワーク媒体38.2の温度を調節する。

【0027】ワークステーションの第4の実施例が図5に示されている。この実施例では、ワークステーション28は上側コンパートメント29.4と下側コンパートメント29.5を備えたモジュールからなる。上側コンパートメント29.4と下側コンパートメント29.5は冷却用プレート29.6によって分離されている。流体クーラントは流路26から循環し、冷却用プレート29.6へ流入したり冷却用プレート29.6から流出したりして、上側コンパートメント29.4の中のプロセスと下側コンパートメント29.5の中でのプロセスが

熱的に相互作用しないようになっている。

【0028】以上、循環クーラントと急速な過渡応答を用いた温度制御装置について、またワーク媒体を所定の温度まで精密に冷却する方法について説明した。この発明は、発明の精神または本質から逸脱しないで、他の形によっても実現が可能である。従って、上述した実施例は単に説明のためのものであり、発明を限定するものではない。この発明の範囲に関しては、上述した実施例よりは、添付されている特許請求の範囲を参照すべきである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例による温度コントローラを示す図である。

【図2】温度制御の対象となるワークステーションの第1の実施例の斜視図である。

【図3】温度制御の対象となるワークステーションの第2の実施例の斜視図である。

【図4】温度制御の対象となるワークステーションの第3の実施例の斜視図である。

【図5】温度制御の対象となるワークステーションの第4の実施例の斜視図である。

【図6】ワークステーションの温度を制御するための一つの時間シーケンスを示すグラフである。

【図7】ワークステーションの温度を制御するための別の時間シーケンスを示すグラフである。

【符号の説明】

10 コントローラ

12 冷却器

14 メインクーラント温度センサ

16 メインクーラント温度制御装置

22 温度制御用コンピュータ

24 マニホールド

25 流体クーラント

26, 26. 1, 26. 2 流路

28, 28. 1, 28. 2 ワークステーション

29. 1 上側表面

29. 4 上側コンパートメント

29. 5 下側コンパートメント

29. 6 冷却用プレート

30 循環ポンプ

32 戻り流路

34, 34. 1, 34. 2 フローレギュレータ

36, 36. 1, 36. 2 ヒータ

38 ワークピース

38. 1, 38. 2 ワーク媒体

39 シャフト

40, 40. 1, 40. 2 ワークステーション温度センサ

42, 42. 1, 42. 2 ワークステーション温度制御装置

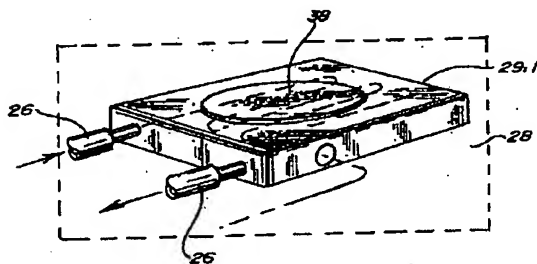
48 バイパスバルブ

52 電気モータ

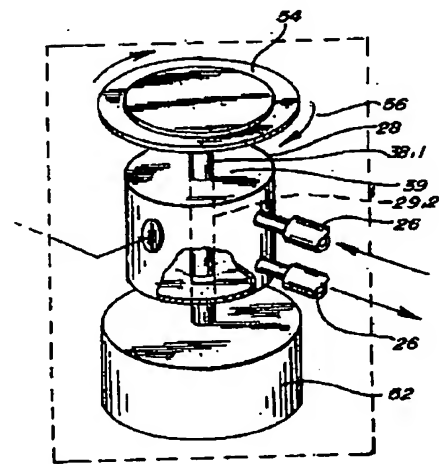
54 ワークピース

56 チャック

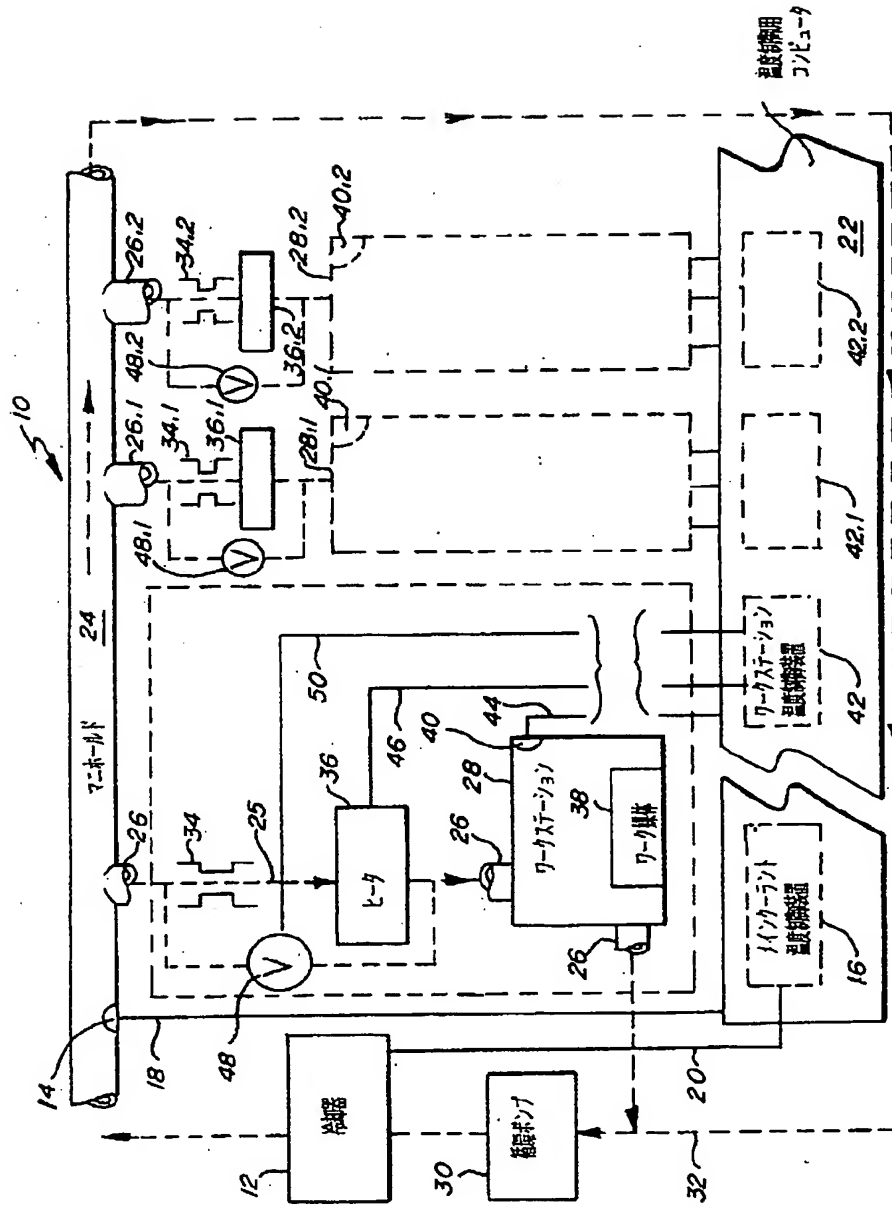
【図2】



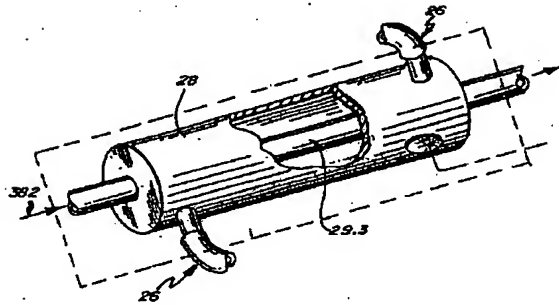
【図3】



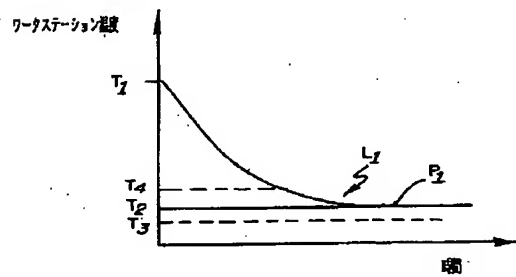
【図1】



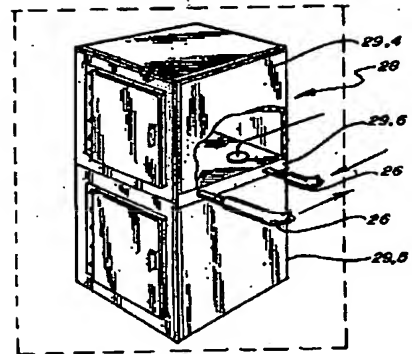
【図4】



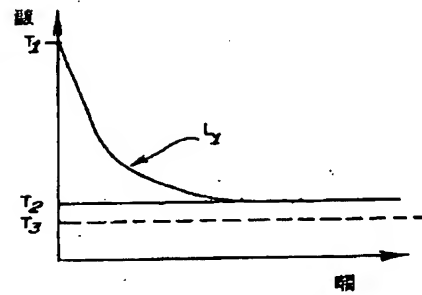
【図6】



【図5】



【図7】



フロントページの続き

(51)Int. Cl. 6

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H O 1 L 21/027

21/68

N

(72)発明者 ウィリアム・ジー・リード

アメリカ合衆国 75080 テキサス, リチ

ャードソン, セミノール・ドライブ 1402